



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 197 00 734 A 1**

51 Int. Cl.⁵
H01 L 23/04
H 01 L 23/10
// H01L 49/00

21 Aktenzeichen: 197 00 734.1
22 Anmeldetag: 11. 1. 97
43 Offenlegungstag: 16. 7. 98

71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

72 Erfinder:
Kurle, Juergen, 72766 Reutlingen, DE; Weiblen,
Kurt, 72555 Metzingen, DE; Pinter, Stefan, Dr.,
72762 Reutlingen, DE; Muenzel, Horst, Dr., 72770
Reutlingen, DE; Baumann, Helmut, Dr., 72810
Gomaringen, DE; Schubert, Dietrich, Dr., 72762
Reutlingen, DE; Bender, Karl, 72070 Tübingen, DE;
Lutz, Markus, 72762 Reutlingen, DE

86 Entgegenhaltungen:
DE 42 39 132 A1
US 53 23 051

3

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung von Sensoren sowie Waferstapel

57 Es wird ein Waferstapel mit in Kavernen hermetisch dicht eingeschlossenen Sensorelementen und ein Verfahren zur Herstellung von Sensoren vorgeschlagen, das eine Verkleinerung der nach einem Zersägen des Waferstapels entstehenden Sensoren ermöglicht sowie zu einer erheblichen Chipflächensparnis bei Herstellung des Waferstapels führt. Der Waferstapel umfaßt dabei zwischen den einzelnen Sensorelementen angeordnete Verbindungstreifen, wobei die Vereinzelung des Waferstapels zu Sensoren durch Sägen mitten durch die Verbindungstreifen erfolgt.

DE 197 00 734 A 1

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur Herstellung von Sensoren bzw. von einem Waferstapel nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche. Aus der Druckschrift US 5,323,051 ist schon ein Waferstapel bekannt, bei dem zwischen einem Substratwafer und einem Kappenwafer Sealglasstreifen angeordnet sind, die mindestens eine auf dem Substratwafer aufgebrachte Anordnung hermetisch dicht versiegeln.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. der erfindungsgemäße Waferstapel mit den kennzeichnenden Merkmalen der unabhängigen Ansprüche hat demgegenüber den Vorteil eines reduzierten Flächenaufwandes. Durch eine geschickte Anordnung eines Verbindungsmediums und durch eine geeignete Wahl einer Ritzenbreite können mehr Sensorelemente pro Waferfläche untergebracht werden. Das führt zu einer Chipflächenersparnis einerseits und zu kleineren Sensoren andererseits, die wiederum in der jeweiligen Anwendung weniger Platz beanspruchen.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des in den unabhängigen Ansprüchen angegebenen Verfahrens bzw. Waferstapels möglich.

In einem Zweischrittsägeprozeß können die Sensorelemente auf elektrische Funktionsfähigkeit und/oder Dichtigkeit geprüft werden, solange sie noch auf dem Waferstapel vereint sind, aber schon der mechanischen Belastung durch den Sägevorgang ausgesetzt gewesen sind. Dies erlaubt ein Aus-sortieren eventuell beim Sägeprozeß beschädigter Sensoren.

Vor der Prüfung auf elektrische Funktionsfähigkeit und/oder Dichtigkeit kann ein Ausweisschritt eingefügt werden, der einerseits zu einer erhöhten Chipausbeute und andererseits zu einer erhöhten Sicherheit in dem Nachweis beschädigter Sensoren führt.

Erfolgt eine Anordnung der Sensorelemente auf dem Substratwafer zu Paaren, insbesondere zu seitlich versetzten Paaren, so können gegenüber einem Waferstapel mit zwei streifenförmigen Anordnungen des Verbindungsmediums zwischen den einzelnen Sensorelementen bis zu 60% mehr Sensoren pro Waferstapel untergebracht werden, ohne die für die Verbindungsstreifen erforderlichen Siebdruckstrukturweiten verschmälern zu müssen. Das ist eine unerwartet einfache und billige Vorgehensweise.

Werden Sockel auf dem Substratwafer vorgesehen, so können beim Aufbringen des Kappenwafers auf dem Substratwafer die Verbindungsstreifen, beispielsweise Streifen aus Sealglas, auf den Sockeln angeordnet werden. Das hat einerseits den Vorteil einer Flußbarriere für die Verbindungsstreifen, die dadurch besser lokal fixiert werden, andererseits ist eine einfachere Prüfung der Kavernen auf Dichtigkeit möglich, beispielsweise bei optischen Lecktestverfahren im Infrarot, für die durch die erhöhten Kavernenvolumen mehr Gas in den Kavernen zur Verfügung steht. Ferner erzielt man einen größeren Sicherheitsabstand des Sensorelements vom Kappenwafer. Die Sensorelemente kontaktierende Leiterbahnen können zudem zwischen den Sockeln und dem Substratwafer angeordnet werden. Dadurch bleibt für das Verpacken eine plane Sockelfläche bestehen, wodurch die Dichtigkeit der Kavernen gut gewährleistet wird.

Der erhöhte Sicherheitsabstand ist auch mit umlaufenden Stegen erzielbar, die auf dem Kappenwafer angeordnet sind. Für die Sockel auf dem Substratwafer wie für die Stege auf

dem Kappenwafer ist der Vorteil des erhöhten Sicherheitsabstands insbesondere bei der Gefahr eines Anklebens der Sensorelemente an den Kappenwafer aufgrund elektrostatischer Anziehungskräfte bzw. Adhäsionskräfte bedeutsam.

Die Stege dienen zusätzlich beim Verpacken als Flußbarriere für das Verbindungsmedium, insbesondere für Sealglas als Verbindungsmedium.

Zeichnung

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Fig. 1 ein Verfahren zur Herstellung von Sensoren, Fig. 2 einen Waferstapel mit zwei Verbindungsstreifen zwischen benachbarten Sensorelementen, Fig. 3 einen Waferstapel mit nur einem Verbindungsstreifen zwischen zwei unmittelbar benachbarten Sensorelementen, Fig. 4 eine übliche und eine gespiegelte Sensorelementanordnung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt ein Verfahren zur Herstellung von Sensoren. Dabei sind ein Substratwafer 1 und ein Kappenwafer 3 in einer seitlichen Querschnittsansicht dargestellt. In dem Substratwafer 1 werden Sensorelemente 2 eingebracht (Fig. 1a) und mit Kontaktierungen (nicht eingezeichnet) versehen. Ein Kappenwafer 3 wird hergestellt, der Stege 4 und Kontaktierlöcher 9 aufweist. Die Stege 4 sind in der Fig. 1a nur mit ihrem Querschnitt ersichtlich; sie erstrecken sich längs und quer zum gezeigten Querschnitt entsprechend der Anordnung der Sensorelemente auf dem Substratwafer, um nach einem später folgenden Verfahrensschritt die einzelnen Sensorelemente 2 entlang jeweils einer geschlossenen Linie zur Bildung eines hermetisch abgeschlossenen Hohlraums zu umgeben. Die in den Kappenwafer eingebrachten Kontaktierlöcher 9 sind entsprechend der auf dem Substratwafer gewählten Anordnung der Kontaktierungen angeordnet: Nach Aufbringung des Kappenwafers auf den Substratwafer sollen die Kontaktierlöcher die Zugänglichkeit zu den Kontaktierungen der Sensorelemente durch den Kappenwafer hindurch gewährleisten, beispielsweise um über einführbare Meßspitzen die Funktionstüchtigkeit der Sensorelemente überprüfen zu können bzw. um über nachträglich an den Kontaktierungen anbringbare Bonddrähte die Sensoren mit elektrischen Schaltungen zu verbinden.

In Fig. 1b ist gezeigt, wie auf die Stege 4 des Kappenwafers 3 Verbindungsstreifen 5 aufgebracht werden, beispielsweise per Siebdruck. Diese Verbindungsstreifen bestehen beispielsweise aus Sealglas (Glaslot). In einem weiteren Schritt werden durch Wärmezufuhr 6 die Verbindungsstreifen aus Sealglas (Sealglasstreifen) vorgetrocknet (Fig. 1c). Fig. 1d zeigt, wie Substratwafer und Kappenwafer zueinander ausgerichtet werden, so daß die Sensorelemente zwischen den Sealglasstreifen zum Liegen kommen. Durch Druck und Temperatur, die mit der Zeit variieren können, werden der Kappenwafer 3 und der Substratwafer 1 über die Sealglasstreifen miteinander verbunden (Bonden, Sealing; Fig. 1e). Dabei können in die entstehenden Kavernen 17 Gase unter definiertem Druck eingeschlossen werden. Nach dem eben beschriebenen Bondschritt erfolgt, wie in Fig. 1f gezeigt, eine Prüfung auf elektrische Funktionstüchtigkeit der Sensorelemente bzw. auf Dichtigkeit der Kavernen. Hierzu sind vor dem Aufbringen des Kappenwafers 3 auf den Substratwafer 1 Kontaktierungen 16 auf den Substratwafer aufgebracht worden, die die Sensorelemente 2 elektrisch kontaktieren. Über diese Kontaktierungen 16 erfolgt mittels einer Prüfvorrichtung 10 die Prüfung der Sensorele-

mente auf elektrische Funktionstüchtigkeit. Diese elektrische Prüfung kann gleichzeitig zur Prüfung der Kavernen auf Dichtigkeit verwendet werden, da sich das Sensorsignal beispielsweise bei Beschleunigungssensorelementen mit der Zusammensetzung bzw. dem Druck des in den Kavernen eingeschlossenen Gases verändert. Wahlweise kann die Dichtigkeit jedoch auch separat beispielsweise über optische Lecktestverfahren, beispielsweise im Infraroten, geprüft werden. Schließlich wird der Waferstapel auf eine Folie 12 als Unterlage aufgebracht und mit einer Sägevorrichtung 11 zu Sensoren 13 vereinzelt (Fig. 1g). Mittels einer Hebevorrichtung 14 (Fig. 1h) erfolgt eine Selektion der im Prüfvorgang für gut befundenen Sensoren und ihre Platzierung in ein Gehäuse oder, wie in Fig. 1h dargestellt, auf ein Hybridsubstrat 15.

Fig. 2 zeigt einen Waferstapel, bei dem die Sealglasstreifen 5 mit einer Breite 21 auf Sockeln 20 des Substratwafers 1 angeordnet sind. Jedes Sensorelement 2 wird von einem eigenen Sealglasstreifen 5 umgeben. Zwischen den Sealglasstreifen 5 benachbarter Sensorelemente ist in der dargestellten Anordnung ein Zwischenraum mit einer Ausdehnung vorgesehen, die sich aus einer Ritzgrabenbreite 22 und zweimal einem Abstand 23 zusammensetzt. Die Vereinzelung erfolgt wie vorgehend beschrieben durch Durchsägen des Kappenwafers 3 und des Substratwafers 1 zwischen benachbarten Sealglasstreifen. Die Sealglasstreifen 5 haben herstellungstechnisch bedingt beispielsweise die Breite 21 von 500 µm, die im in der Fig. 2 gezeigten Fall der Sockelbreite entspricht. Zwischen benachbarten Sealglasstreifen ist ausreichend Platz vorgesehen, um sägen zu können. Dabei ist die Ritzgrabenbreite 22 vorgesehen mit beispielsweise 100 µm, sowie beiderseits der Abstand 23 von 2 mal 75 µm. Nachteilig an diesem Aufbau ist, daß viel Chipfläche benötigt wird. Zum einen sind zwei Sealglasstreifen zwischen benachbarten Sensorelementen vorgesehen, zum anderen ein extra Freiraum zum Sägen, charakterisiert durch Ritzgrabenbreite 22 und Abstand 23.

Fig. 3 zeigt ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Waferstapels. Im Gegensatz zum Waferstapel nach Fig. 2 ist zwischen benachbarten Sensorelementen nur ein Sealglasstreifen angeordnet. Entsprechend befindet sich nur ein Sockel zwischen benachbarten Sensorelementen mit einer neuen Sockelbreite 31, die etwas breiter gewählt ist als die Sockelbreite des Waferstapels nach Fig. 2. Beispielsweise wird die neue Sockelbreite 31 zu 550 µm gewählt; sie setzt sich aus zwei Sockelbreiten 33 und einer neuen Ritzgrabenbreite 32 zusammen, die etwas breiter gewählt ist als die Ritzgrabenbreite 22 aus Fig. 2. Die etwas größere Breite erklärt sich dadurch, daß man beim Sägen durch Glas ein breiteres Sägeblatt benötigt, da die schmalen Sägeblätter, die für Silizium verwendet werden, ungeeignet sind, da sie sich mit Glas zusetzen.

Um gegenüber der Anordnung nach Fig. 2 den Flächenaufwand für die Sealglasstreifen und vorgesehene Ritzgräben zu verringern, ist beim erfindungsgemäßen Waferstapel nach Fig. 3 nur noch ein Sealglasstreifen zwischen benachbarten Sensorelementen vorgesehen. Durch einen Zweischrittsägeprozeß kann man die in der Beschreibung zu Fig. 1 erwähnte Testbarkeit des Waferstapels erhalten, indem man zuerst nur den Kappenwafer und die Sealglasstreifen an vorgesehenen Stellen durchsägt, dann die einzelnen Sensorelemente auf elektrische Funktionstüchtigkeit bzw. die Kavernen auf Dichtigkeit prüft und dann mit einem zweiten Sageschritt die Sensorelemente zu Sensoren vereinzelt. Das Sägen erfolgt unter Wasser. Dabei können Haarrisse entstehen, die sich mit Wasser füllen. Solche Beschädigungen im Sealglas durch den ersten Sageschritt können durch einen Ausheil-Tempersschritt vor dem Prüfen ausgeheilt werden.

Die Sägeblattstärke und Körnigkeit des ersten Sageschritts muß so gewählt werden, daß das Sealglas und der Kappenwafer gesägt werden kann. Beim zweiten Schritt kann entweder ein gleich breiter oder ein schmaleres Sägeblatt verwendet werden. In Summe ergibt sich ein lateraler Platzaufwand für den Sealglasstreifen zwischen zwei benachbarten Sensorelementen von ca. 275 µm pro Chipkante im beschriebenen Ausführungsbeispiel.

Der Ausheil-Tempersschritt erfolgt bei einer Temperatur zwischen beispielsweise 300 und 400°C. Der genaue Temperaturwert hängt vom verwendeten Sealglas ab. Bei diesem Ausheil-Tempersschritt tritt das Wasser aus den Kapillaren aus und kleine Risse im Sealglas, die kein Leck für die benachbarten Kavernen darstellen, heilen aus. Falls ein Riß jedoch ein verborgenes Leck darstellt, dann tritt es nach Entweichen des Wassers in Erscheinung und kann im Prüfvorgang entweder über das Testen der elektrischen Funktionstüchtigkeit der Sensorelemente oder über sonstige Lecktestverfahren, beispielsweise optische Verfahren im Infraroten oder Gasdetektion außerhalb der Kavernen, nachgewiesen werden.

Alternativ zu einem Siebdruckverfahren für das Aufbringen der Sealglasstreifen kann auch Schablonendruck oder aber ein anderes ganzfächiges Beschichtungsverfahren eingesetzt werden. Auch unstrukturierte Kappenwafer, d. h. ohne Stege 4, sind in diesem Verfahren verwendbar. Statt Sealglas (frit glass seal) können auch andere Materialien eingesetzt werden, die zwei Wafer gasdicht miteinander verbinden können, beispielsweise Kleber, Thermoplaste, sonstige Kunststoffe oder Lote. Es ist auch möglich, einen Kappenwafer aus Glas zu verwenden, der anodisch auf den Sockeln des Substratwafers gebondet wird. Dies ist möglich, da Leiterbahnen, die zur Kontaktierung der Sensorelemente dienen, unterhalb der Sockel verlaufend anordenbar sind, so daß vor einem anodischen Bonden die planen Oberflächen der Sockel elektrochemisch poliert werden können. Prinzipiell ist das Verfahren auch nicht auf eingebrachte Sensorelemente beschränkt, sondern jegliche Art von "Anordnung", die vor mechanischen und/oder thermischen Einflüssen geschützt werden soll bzw. von einer definierten Gasumgebung umgeben sein soll, kann mit dem beschriebenen Verfahren hermetisch abgeschlossen werden.

Fig. 4 zeigt zwei Draufsichten auf erfindungsgemäße Waferstapel. Fig. 4a zeigt eine "normale" Anordnung 40 von Sensorelementen 2 im Waferstapel. Die Sensorelemente 2 sind dabei gestrichelt eingezeichnet, da sie in der Draufsicht vom Kappenwafer 3 verdeckt sind. Durch die Kontaktierlöcher 9 ist ein Blick auf den Substratwafer möglich. Jedem Sensorelement sind Kontaktierungen 16 zugeordnet. Die mit Bezugszeichen 43 versehene Linie markiert den Querschnitt, der in Fig. 3 dargestellt ist. Fig. 4b zeigt eine "gespiegelte" Anordnung 41 der Sensorelemente 2 im Waferstapel. Gegenüber der normalen Anordnung 40 sind bei der gespiegelten Anordnung 41 die einzelnen Sensorelemente seitlich versetzt zueinander angeordnet. Es erniedrigt sich die Zahl der notwendigen Kontaktierlöcher 9, da sich zwei Sensorelemente jeweils ein Kontaktierloch 9 teilen. Durch die seitlich versetzte Anordnung erhöht sich außerdem die mechanische Stabilität des Waferstapels gegenüber einer Anordnung, bei der sich zwar zwei Sensorelemente jeweils ein Kontaktierloch teilen, Kontaktierlöcher und Sensorelemente aber jeweils genau entlang einer Linie angeordnet sind (nicht dargestellt in Fig. 4).

Eine Sägelinie 44 beispielsweise in der gespiegelten Anordnung nach Fig. 4b verläuft horizontal durch die Mitte des vollständig eingezeichneten Kontaktierlochs 9 und setzt sich entlang eines mit Sealglas aufgefüllten Kontaktierlochs Bereichs 42a zwischen zwei benachbarten Sensorelementen in

der Zeichnung nach rechts hin fort. Eine weitere Sägelinie verläuft senkrecht zur Sägelinie 44 mitten durch den kontaktfreien Bereich 42b.

Die in Fig. 4a und b gezeigten Anordnungen stellen nur einen Ausschnitt aus einem Waferstapel mit vielen darin eingebrachten Sensorelementen dar. So ist in Fig. 4b dementsprechend bei zwei der drei gezeigten Kontaktierlöcher 9 nur die Hälfte dieser Kontaktierlöcher dargestellt. Bei der normalen Anordnung 40 nach Fig. 4a kann an zwei Chipkanten pro Sensorelement die erfindungsgemäße Sealglasstreifenanordnung eingesetzt werden, bei der in Fig. 4b gezeigten gespiegelten Anordnung 41 jedoch ist sie an drei Chipkanten pro Sensorelement einsetzbar. Die Abgrenzung eines Sensorelements zum zugeordneten Kontaktierloch ist weiterhin mit einem Sealglasstreifen mit einer Breite realisiert, die der Sockelbreite 21 aus Fig. 2 entspricht. Bei einer gespiegelten Anordnung 41 gemäß Fig. 4b ergibt sich eine Chipflächensparnis von 60% je Waferstapel gegenüber einer Anordnung 40, wenn bei letzterer eine Sealglasstreifenanordnung nach Fig. 2 zugrundegelegt wird. Diese Zahl ergibt sich, wenn entlang des Querschnitts 43 in Fig. 4a von einer Länge von 2,3 mm pro Sensorelement inklusiver anteiliger Sealglasstreifen ausgegangen wird und senkrecht dazu von einem Längenbedarf von 2,8 mm pro Sensorelement und zugeordnetem Kontaktierloch ausgegangen wird. Das ergibt in dieser Anordnung einen Flächenbedarf von 6,44 mm². Demgegenüber ergibt sich bei einer gespiegelten Anordnung nach Fig. 4b mit erfindungsgemäßer Anordnung der Sealglasstreifen ein reduzierter Flächenbedarf von 3,92 mm² pro Sensor ((2,3 mm - 2x0,35 mm) x (2,8 mm - 0,35 mm) = 3,92 mm²).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Sensoren (13), bei 35 dem

- auf einem Substratwafer (1) mindestens zwei Sensorelemente (2) angeordnet werden,
- die Sensorelemente mit elektrischen Kontakten versehen werden,
- Kontaktierlöcher (9) in einem Kappenwafer (3) eingebracht werden,
- ein Verbindungsmedium in Form von Verbindungsstreifen auf dem Kappenwafer (3) aufgebracht wird,
- der Kappenwafer auf den Substratwafer (1) aufgebracht wird,

wobei die Verbindungsstreifen zwischen den Sensorelementen (2) und um die Kontaktierlöcher (9) herum angeordnet werden und das Verbindungsmedium Kavernen (17), in denen die Sensorelemente jeweils angeordnet sind, hermetisch dicht abschließt, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsstreifen so "auf dem Kappenwafer angeordnet werden, daß durch das Aufbringen des Kappenwafers auf dem Substratwafer in Bereichen zwischen zwei auf dem Substratwafer angeordneten Sensorelementen, in denen keine Kontaktierungen (16) angeordnet sind, jeweils genau ein Verbindungsstreifen angeordnet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, 60 daß nach Aufbringen und Bonden des Kappenwafers (3) auf dem Substratwafer (1)

- in einem ersten Sägeschnitt der Kappenwafer und die Verbindungsstreifen durchsägt werden an Stellen, die nachher die lateralen Außenseiten von Sensoren bilden sollen,
- in einem weiteren Schritt über das mindestens eine Kontaktierloch (9) die Sensorelemente auf

elektrische Funktionsfähigkeit und/oder die Kavernen auf Dichtheit geprüft werden

- und in einem zweiten Sägeschnitt die Sensoren vollständig durch Durchsägen des Substratwafers vereinzelt werden.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem weiteren Schritt ein Ausheilschritt durch Tempern erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente auf dem Substratwafer zu Paaren angeordnet werden, wobei jedem Paar ein Kontaktierloch zugeordnet wird, das Zugang gewährt zu den Kontaktierungen der beiden Sensorelemente des Paares.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Paare angeordnet werden und daß die Paare seitlich versetzt zueinander angeordnet werden.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Sockel (20) auf dem Substratwafer vorgesehen werden und daß beim Aufbringen des Kappenwafers auf dem Substratwafer die Verbindungsstreifen auf den Sockeln angeordnet werden.

7. Nicht-vereinzelter Waferstapel mit

- einem Substratwafer (1) mit
- mindestens zwei darauf aufgetragenen Sensorelementen (2),
- einem auf diesen Substratwafer aufgetragenen Kappenwafer (3),
- der mit einem Verbindungsmedium mit dem Substratwafer verbunden ist, wobei durch das Verbindungsmedium gebildete Verbindungsstreifen Kavernen (17), in der die Sensorelemente jeweils angeordnet sind, hermetisch dicht abschließen,
- mindestens je einer außerhalb jeder Kaverne angeordneten Kontaktierung (16) zur elektrischen Kontaktierung des zugehörigen Sensorelements
- und mindestens einem Kontaktierloch (9) im Kappenwafer außerhalb der Kavernen, das Zugang gewährt zur Kontaktierung, dadurch gekennzeichnet, daß in Bereichen (42) zwischen zwei auf dem Substratwafer (1) aufgetragenen Sensorelementen, in denen keine Kontaktierungen angeordnet sind, genau ein Verbindungsstreifen die Kavernen voneinander trennt.

8. Waferstapel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensorelemente (2) zu Paaren angeordnet sind und daß jedem Paar ein Kontaktierloch (9) zugeordnet ist, das Zugang gewährt zu den Kontaktierungen (16) der beiden Sensorelemente des Paares.

9. Waferstapel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Waferstapel mindestens zwei Paare aufweist und daß die Paare versetzt zueinander angeordnet sind.

10. Waferstapel nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Kappenwafer (3) Stege (4) aufweist.

11. Waferstapel nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Substratwafer (1) Sockel (20) aufweist.

12. Waferstapel nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stege (4) einstückig aus dem Kappenwafer herausstrukturiert sind.

13. Waferstapel nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Sockel (20) und die Sensorelemente aus einer auf dem Substratwafer aufgetragenen Polysil-

ziemschicht heraus strukturiert sind.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

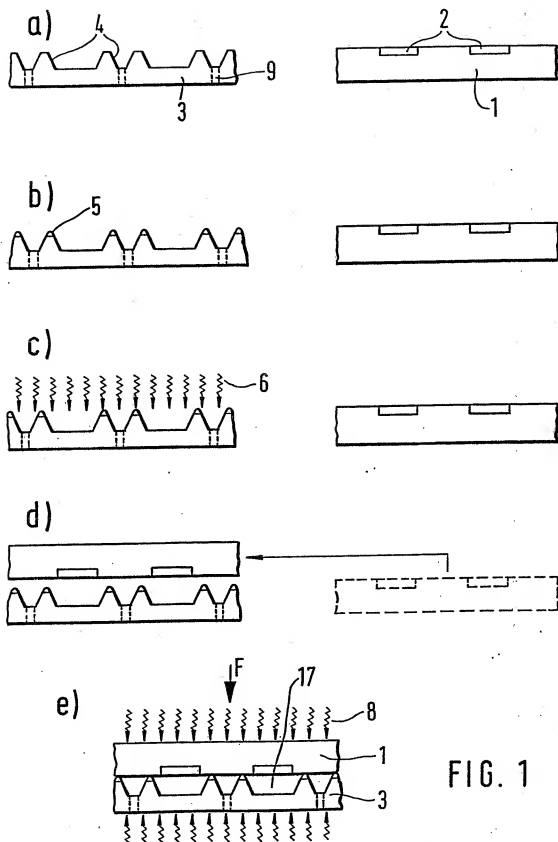
45

50

55

60

65



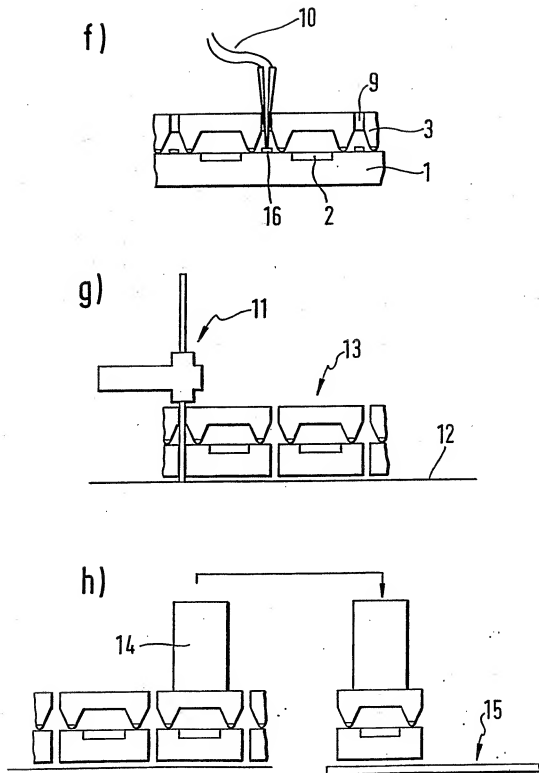


FIG. 1 (Forts.)

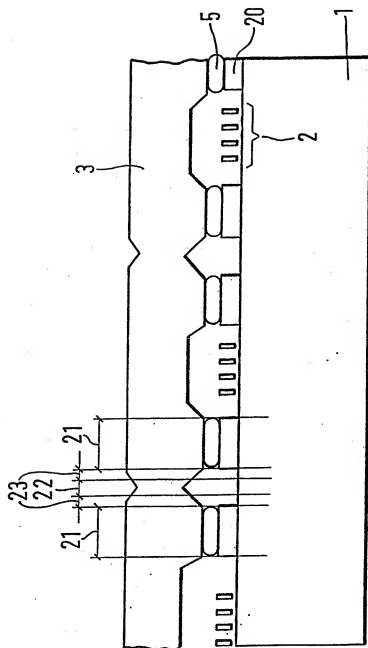


FIG. 2

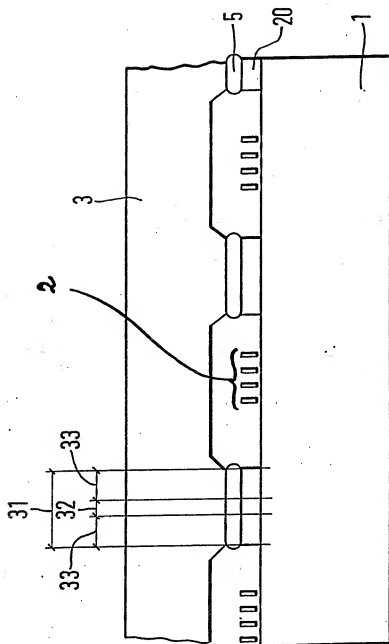


FIG. 3

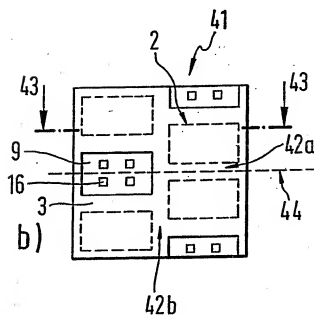
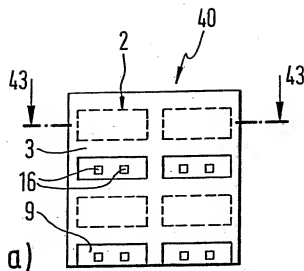


FIG. 4